

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2010-505111

(P2010-505111A)

(43) 公表日 平成22年2月18日(2010.2.18)

(51) Int.Cl.
G 0 1 S 13/66 (2006.01)F I
G O 1 S 13/66テーマコード (参考)
5 J O 7 O

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2009-530246 (P2009-530246)
(86) (22) 出願日 平成19年6月15日 (2007. 6. 15)
(85) 翻訳文提出日 平成21年5月28日 (2009. 5. 28)
(86) 国際出願番号 PCT/KR2007/002899
(87) 国際公開番号 W02008/038889
(87) 国際公開日 平成20年4月3日 (2008. 4. 3)
(31) 優先権主張番号 10-2006-0096459
(32) 優先日 平成18年9月29日 (2006. 9. 29)
(33) 優先権主張国 韓国 (KR)

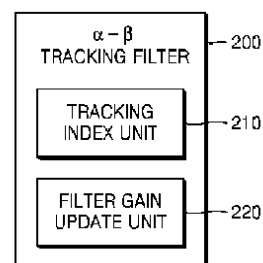
(71) 出願人 596180076
韓国電子通信研究院
Electronics and Telecommunications Research Institute
大韓民国大田廣域市儒城區柯亭洞 161
161 Kajong-dong, Yulsong-gu, Taejeon Korea
(74) 代理人 100077481
弁理士 谷 義一
(74) 代理人 100088915
弁理士 阿部 和夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーダ追跡装置及びその方法

(57) 【要約】

追跡の測定値を極座標系から直交座標系に変換することによって発生するレーダ測定値の測定誤差共分散の変化を基に、 α - β 追跡フィルタの α 及び β フィルタ利得を求めるための追跡指数を計算する追跡指数部、及び追跡指数変化率に対する α 及び β フィルタ利得の変化率の偏微分係数と追跡指数変化量とを基に、 α 及び β フィルタ利得の変化量を計算し、 α 及び β フィルタ利得を更新するフィルタ利得更新部を具備する α - β 追跡フィルタを有するレーダ追跡装置である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

α - β 追跡フィルタを有するレーダ追跡装置において、

前記 α - β 追跡フィルタは、

追跡の測定値を極座標系から直交座標系に変換することによって発生するレーダ測定値の測定誤差共分散の変化を基に、前記 α - β 追跡フィルタの α 及び β フィルタ利得を求めるための追跡指数を計算する追跡指数部と、

前記追跡指数変化率に対する前記 α 及び β フィルタ利得の変化率の偏微分係数と前記追跡指数変化量とを基に、前記 α 及び β フィルタ利得の変化量を計算し、前記 α 及び β フィルタ利得を更新するフィルタ利得更新部と、

を具備することを特徴とするレーダ追跡装置。

10

【請求項 2】

前記レーダ測定値の測定誤差共分散の変化は、レーダ測定誤差の標準偏差の関数を基に示されることを特徴とする請求項 1 に記載のレーダ追跡装置。

【請求項 3】

前記追跡指数は、

レーダ測定誤差の標準偏差に対する前記追跡の運動モデルに係る工程誤差の標準偏差の比例値と、離散化間隔とに比例することを特徴とする請求項 1 に記載のレーダ追跡装置。

【請求項 4】

20

$$\lambda_k = \frac{\sigma_v}{\sigma_{w,k}} T^2$$

前記追跡指数は

であり、 $\sigma_{w,k}$ は k 番目スキャンでのレーダ測

定誤差の標準偏差であり、 σ_v は前記追跡の運動モデルに係る工程誤差の標準偏差であり、T は離散化間隔であることを特徴とする請求項 1 に記載のレーダ追跡装置。

【請求項 5】

α - β 追跡フィルタを利用するレーダ追跡方法において、

追跡の測定値を極座標系から直交座標系に変換することによって発生するレーダ測定値の測定誤差共分散の変化を基に、前記 α - β 追跡フィルタの α 及び β フィルタ利得を求めるための追跡指数を計算する追跡指数の計算段階と、

30

前記追跡指数変化率に対する前記 α 及び β フィルタ利得の変化率の偏微分係数と前記追跡指数変化量とを基に、前記 α 及び β フィルタ利得の変化量を計算し、前記 α 及び β フィルタ利得を更新するフィルタ利得の更新段階と、

を含むことを特徴とするレーダ追跡方法。

【請求項 6】

前記レーダ測定値の測定誤差共分散の変化は、レーダ測定誤差の標準偏差の関数を基に示されることを特徴とする請求項 5 に記載のレーダ追跡方法。

【請求項 7】

40

請求項 5 または請求項 6 に記載の方法をコンピュータで実行させるためのプログラムを記録したコンピュータで読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーダ追跡装置及びその方法に係り、さらに詳細には、測定値の誤差特性変化を考慮して α - β 利得を更新するレーダ追跡装置及びその方法に関する。

【0002】

すなわち本発明は、直交座標系に変換されたレーダ測定値から測定誤差共分散を計算し、これを利用して追跡指数の変化量、α - β 利得変化量計算及び α - β 利得を更新するレ

50

ーダ追跡装置及びその方法に関する。

【背景技術】

【0003】

レーダを利用した追跡装置は、軍事用目的だけではなく、港湾及び大型船舶などで主に使われてきた。しかし、最近には、車両の衝突防止分野にまでその利用分野が拡大されている。

【0004】

レーダ追跡装置には、 α - β フィルタ、カルマン (Kalman) フィルタなどが使われており、特に、数十～数百の標的を同時に追跡しなければならない TWS (Track - While - Scan) 追跡装置では、 α - β フィルタが広範囲に使われている。

10

【0005】

α - β フィルタは、他の追跡方法に比べて演算量が非常に少ないために、リアルタイムで多数の標的を追跡せねばならない TWS 追跡装置に適するためである。しかし、直交座標系に変換されたレーダ測定値は、標的の距離及び方位によって測定誤差の特性が変わるので、これを考慮した α - β 利得の更新が必要である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明がなそうとする技術的課題は、レーダ測定値を利用して物標に対する追跡を行う場合、レーダ測定値の誤差特性変化を考慮して追跡フィルタの利得を更新することによって、さらに向上した追跡性能を提供するところにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記技術的課題をなすための本発明によるレーダ追跡装置の一実施例は、追跡の測定値を極座標系から直交座標系に変換することによって発生するレーダ測定値の測定誤差共分散の変化を基に、 α - β 追跡フィルタの α 及び β フィルタ利得を求めるための追跡指数を計算する追跡指数部、及び追跡指数変化率に対する α 及び β フィルタ利得の変化率の偏微分係数と追跡指数変化量とを基に α 及び β フィルタ利得の変化量を計算し、 α 及び β フィルタ利得を更新するフィルタ利得更新部を具備する α - β 追跡フィルタを有する。

30

【0008】

前記技術的課題をなすための本発明によるレーダ追跡装置の一実施例は、追跡の測定値を極座標系から直交座標系に変換することによって発生するレーダ測定値の測定誤差共分散の変化を基に、 α - β 追跡フィルタの α 及び β フィルタ利得を求めるための追跡指数を計算する追跡指数の計算段階、及び追跡指数変化率に対する α 及び β フィルタ利得の変化率の偏微分係数と追跡指数変化量とを基に α 及び β フィルタ利得の変化量を計算し、 α 及び β フィルタ利得を更新するフィルタ利得の更新段階を有する。

【発明の効果】

【0009】

本発明は、レーダ測定値を利用した追跡装置において、測定誤差の特性変化によって追跡フィルタの利得を更新することによって、向上した追跡性能を提供する。

40

【0010】

このように本発明は、軍事用レーダ；港湾などの船舶の航路誘導及び統制のためのレーダ；航空機、船舶及び車両などの衝突防止のためのレーダのような多様な目的のレーダに使われうる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の望ましい一実施例によるレーダ追跡装置を示す図面である。

【図2】本発明の望ましい一実施例によるレーダ追跡装置で使用する追跡フィルタ部を示す図面である。

【図3】本発明の望ましい一実施例によるレーダ追跡方法のフローチャートである。

50

【図 4】本発明の他の望ましい一実施例によるレーダ追跡方法のフローチャートである。

【図 5】本発明の望ましい一実施例によるレーダ測定誤差特性の変化による追跡指数の変化を示すグラフである。

【図 6】本発明の望ましい一実施例による更新された α 利得パラメータを示すグラフである。

【図 7】本発明の望ましい一実施例による更新された β 利得パラメータを示すグラフである。

【図 8】本発明の望ましい一実施例による更新された $\alpha - \beta$ 利得を利用した追跡フィルタの位置推定誤差を示すグラフである。

【図 9】本発明の望ましい一実施例による更新された $\alpha - \beta$ 利得を利用した追跡フィルタの速度推定誤差を示すグラフである。

10

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、添付した図面を使用しつつ、本発明によるレーダ追跡装置及びその方法について詳細に説明する。

【0013】

図 1 は、本発明の望ましい一実施例によるレーダ追跡装置である。図 1 を参照すれば、本発明によるレーダ追跡装置は、座標変換部 101、追跡 - 物標連繫部 102、追跡管理部 103、 $\alpha - \beta$ 追跡フィルタ 104 及びゲーティング部 105 を備える。

【0014】

20

座標変換部 101 は、極座標系で観測された物標の位置を、直交座標系での位置に変換する。レーダ観測値は極座標系で得られるので、追跡フィルタで使用する座標系と同じ座標系（直交座標系）への変換が必要である。

【0015】

追跡 - 物標連繫部 102 は、探知された物標の位置と予測された標的の位置とを利用し、距離誤差の自乗が最小になる標的と物標とを連繫する。物標は、レーダスキャン映像から抽出された「object」である。一般的に物標という用語は、軍隊で使用する表現であり、軍隊で物標は、レーダによって探知された未確認物体を意味する。

【0016】

標的は、物標のうちで追跡しなければならない価値のある関心物標をいう。主に、任務遂行中である味方の船舶、飛行機や操業中である船舶または威嚇要因になると推定される物標が標的である。

30

【0017】

標的を追跡して標的の現在位置及び航速方向が分かる。これを介して味方の円滑な任務遂行のための誘導（guidance）、操業中である船舶の場合には、軍事境界線侵犯、操業区域離脱または離脱可能性などに対して判断できる。

【0018】

すなわち、船舶などの誘導を行うことができ、多数の船舶が密集した区域では、衝突回避などのための自動衝突予防補助装置（ARPA: Automatic Radar Plotting Aids）機能に追跡情報を使用する。

40

【0019】

追跡管理部 103 は、新たに探知された物標に対する追跡の生成を行い、物標と関連しない追跡に対して追跡の維持及び削除を管理する。

【0020】

$\alpha - \beta$ 追跡フィルタ 104 は、物標と関連した追跡に対して、物標を測定値として追跡の更新及び予測を行う。 $\alpha - \beta$ 追跡フィルタ 104 は、既追跡物標の予測位置提供のために追跡予測を行う。

【0021】

ゲーティング部 105 は、予測された標的の位置とレーダによって観測された物標との連繫のための境界を設定する。

50

【 0 0 2 2 】

図 2 は、本発明の望ましい一実施例によるレーダ追跡装置で使用する追跡フィルタ部である。図 2 を参照すれば、本発明のレーダ追跡装置で使用する $\alpha - \beta$ 追跡フィルタ 2 0 0 は、追跡指数部 2 1 0 及びフィルタ利得更新部 2 2 0 を備える。

【 0 0 2 3 】

追跡指数部 2 1 0 は、追跡の測定値を極座標系から直交座標系に変換することによって発生するレーダ測定値の測定誤差共分散の変化を基に、 $\alpha - \beta$ 追跡フィルタの α 及び β フィルタ利得を求めるための追跡指数を計算する。

【 0 0 2 4 】

追跡指数部 2 1 0 でのレーダ測定値の測定誤差共分散の変化は、レーダ測定誤差の標準偏差の関数を基に示す。これについて詳細に説明すれば、次の通りである。

10

【 0 0 2 5 】

$\alpha - \beta$ 追跡フィルタは、レーダによって観測された物標の位置情報から測定誤差共分散を計算する。

【 0 0 2 6 】

まず、最適 $\alpha - \beta$ 追跡フィルタの運動及び観測モデルは、次の通りである。離散時間で位置と速度とを状態変数とする標的の運動モデルは、次の通り示すことができる。

【 0 0 2 7 】

【 数 1 】

$$\begin{bmatrix} x_{k+1} \\ \dot{x}_{k+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & T \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_k \\ \dot{x}_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} T^2/2 \\ T \end{bmatrix} v_k \quad \dots (式 1)$$

20

【 0 0 2 8 】

ここで、 x_k は時間 k での標的の位置であり、 $\dot{x}_k$ は標的の速度であり、 T は離散化間隔である。 v_k は平均が 0 であって分散が σ_v^2 である白色ガウスノイズと仮定する。

30

【 0 0 2 9 】

T 秒の間隔で観測される標的の位置に係る測定方程式は、次の通り示すことができる。

【 0 0 3 0 】

【 数 2 】

$$z_k = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_k \\ \dot{x}_k \end{bmatrix} + w_k \quad \dots (式 2)$$

【 0 0 3 1 】

ここで、 w_k は平均が 0 であって分散が σ_w^2 である白色ガウスノイズと仮定する。

40

【 0 0 3 2 】

$\alpha - \beta$ 追跡フィルタの予測式 (式 3) と改善式 (式 4) は、次の通り示すことができる。

【 0 0 3 3 】

【数 3】

$$\begin{bmatrix} \hat{x}_k^- \\ \hat{x}_k^- \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & T \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{x}_{k-1}^+ \\ \hat{x}_{k-1}^+ \end{bmatrix} \dots \text{(式 3)}$$

【0 0 3 4】

【数 4】

$$\begin{bmatrix} \hat{x}_k^+ \\ \hat{x}_k^+ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{x}_k^- \\ \hat{x}_k^- \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta/T \end{bmatrix} [z_k - \hat{x}_k^-] \dots \text{(式 4)}$$

10

【0 0 3 5】

ここで、 $\hat{x}_k^-$ と $\hat{x}_k^-$ は、標的の予測された位置と速度推定値とであり、 $\hat{x}_k^+$ と $\hat{x}_k^+$ は、更新された位置と速度推定値とである。 z_k はレーダ測定値であり、 α 及び β は、追跡フィルタの利得である。

20

最適の $\alpha - \beta$ 利得を選択する方法はKalataによって提案され、追跡指数として知られている λ は、標的の運動モデルに係る工程誤差の標準偏差と、レーダ測定誤差の標準偏差とに係る関数として、次の通り定義される。

【0 0 3 6】

【数 5】

$$\lambda = \frac{\sigma_v}{\sigma_w} T^2 \dots \text{(式 5)}$$

30

【0 0 3 7】

最適の $\alpha - \beta$ 利得は、追跡指数から次の通り求めることができる。

【0 0 3 8】

【数 6】

$$\alpha = -\frac{1}{8}(\lambda^2 + 8\lambda - (\lambda + 4)\sqrt{\lambda^2 + 8\lambda}) \dots \text{(式 6)}$$

【0 0 3 9】

【数 7】

$$\beta = \frac{1}{4}(\lambda^2 + 4\lambda - \lambda\sqrt{\lambda^2 + 8\lambda}) \dots \text{(式 7)}$$

40

【0 0 4 0】

従って、 $\alpha - \beta$ 追跡フィルタの利得行列は、次の通り示すことができる。

【0 0 4 1】

【数 8】

$$\underline{K} = \begin{bmatrix} \underline{\alpha} \\ \underline{\beta/T} \end{bmatrix} \quad \dots \text{ (式 8)}$$

【 0 0 4 2 】

また、変換された測定値を利用する直交座標系で設計された分離型追跡フィルタの利得行列は、距離と方位とを分けて次の通り示すことができる。

【 0 0 4 3 】

【数 9】

10

$$K_k = D_2 K_2 D^T \quad \dots \text{ (式 9)}$$

【 0 0 4 4 】

ここで、DとD₂は、(式 1 0) 及び (式 1 1) の通りである。

【 0 0 4 5 】

【数 1 0】

$$D = \begin{bmatrix} \cos \theta_k & -\sin \theta_k \\ \sin \theta_k & \cos \theta_k \end{bmatrix} \quad \dots \text{ (式 1 0)}$$

20

【 0 0 4 6 】

【数 1 1】

$$D_2 = \begin{bmatrix} D & 0_{2 \times 2} \\ 0_{2 \times 2} & D \end{bmatrix} \quad \dots \text{ (式 1 1)}$$

【 0 0 4 7 】

$\underline{K}_2$ は、(式 8) の利得行列を二次元直交座標系に拡張した利得行列であり、Dは、任意の方位角 θ_k に係る変換行列である。

30

【 0 0 4 8 】

M U C M (Modified Unbiased Converted Measurements) を利用して直交座標系に変換されたレーダ測定値に対する測定誤差の共分散行列は、次の通り示すことができる。

【 0 0 4 9 】

【数 1 2】

$$R = \begin{bmatrix} \sigma_x^2 & \sigma_{xy}^2 \\ \sigma_{xy}^2 & \sigma_y^2 \end{bmatrix} = D R_m D^T \quad \dots \text{ (式 1 2)}$$

40

【 0 0 5 0 】

ここで、

【 0 0 5 1 】

【数 1 3】

$$R_m = \begin{bmatrix} \pi_1 + \pi_2(1 + \lambda_\theta) & 0 \\ 0 & \pi_2(1 - \lambda_\theta) \end{bmatrix} \quad \dots \text{ (式 1 3)}$$

【 0 0 5 2 】

50

【数 1 4】

$$\pi_1 = -\lambda_\theta^2 r_k^2 \quad \dots \text{(式 1 4)}$$

【0 0 5 3】

【数 1 5】

$$\pi_2 = \frac{1}{2}(r_k^2 + \sigma_r^2) \quad \dots \text{(式 1 5)}$$

【0 0 5 4】

【数 1 6】

$$\lambda_\theta = E\{\cos 2v_\theta\} = e^{-2\sigma_\theta^2} \quad \dots \text{(式 1 6)}$$

10

【0 0 5 5】

【数 1 7】

$$\lambda_\theta = E\{\cos v_\theta\} = e^{-\sigma_\theta^2/2} \quad \dots \text{(式 1 7)}$$

20

【0 0 5 6】

であり、 r_k は標的の距離測定値であり、 σ_r^2 は距離誤差に対する共分散である。

v_θ は方位角測定ノイズであって、平均が0であり、分散が σ_θ^2 である白色ガウスノイズである。

【0 0 5 7】

(式 1 2)と(式 1 3)とから分かるように、 x 、 y 軸に対する測定誤差共分散は、標的の距離によって変わるので、あらかじめ計算された追跡指数及び α - β 利得が不適切になって追跡性能が低下しうる。従って、これを考慮して、追跡フィルタの利得を更新せねばならない。

30

【0 0 5 8】

これまで、MUCMを利用して直交座標系に変換されたレーダ測定値に対する測定誤差の共分散行列を示した。

【0 0 5 9】

しかし、変換方法をMUCMのみに制限する必要はなく、MUCMだけではなく、古典的な変換(Classical Conversion)、Debiased Conversion、不偏変換(Unbiased Conversion)を含むいかなる方法で変換しても、直交座標系に変換した測定値の測定誤差共分散は、変わるようになる。

40

【0 0 6 0】

次に、追跡指数の変化量を計算する。近似的 α - β 利得更新のために、追跡指数の変化量を計算する。

【0 0 6 1】

まず、 x 、 y 軸に対する測定誤差共分散の変化を考慮し、(式 5)を次の通り示すことができる。

【0 0 6 2】

【数 18】

$$\lambda_k = \frac{\sigma_v}{\sigma_{w,k}} T^e \quad \dots \text{ (式 18)}$$

【0063】

ここで、 $\sigma_{w,k}$ は k 番目スキャンでの測定誤差の標準偏差である。

【0064】

フィルタ利得更新部 220 は、追跡指数変化率に対する α 及び β フィルタ利得の変化率の偏微分係数と追跡指数変化量とを基に、 α 及び β フィルタ利得の変化量を計算し、 α 及び β フィルタ利得を更新する。 10

【0065】

追跡指数での偏微分係数を利用し、 $\delta \alpha$, $\delta \beta$ を計算する。追跡指数の変化率による α - β 利得の変化率は、次の通り示すことができる。

【0066】

【数 19】

$$\frac{\partial \alpha_k}{\partial t} = \frac{\partial \alpha_k}{\partial \lambda_k} \frac{\partial \lambda_k}{\partial t} \quad \dots \text{ (式 19)} \quad 20$$

【0067】

【数 20】

$$\frac{\partial \beta_k}{\partial t} = \frac{\partial \beta_k}{\partial \lambda_k} \frac{\partial \lambda_k}{\partial t} \quad \dots \text{ (式 20)}$$

【0068】

追跡指数に対する α - β 利得の偏微分方程式は、(式 6) と (式 7) とから、次の通り誘導できる。 30

【0069】

【数 21】

$$\frac{\partial \alpha_k}{\partial \lambda_k} = -\frac{1}{4} \left(\lambda_k + 4 - \frac{\lambda_k^2 + 8\lambda_k + 8}{\sqrt{\lambda_k^2 + 8\lambda_k}} \right) \quad \dots \text{ (式 21)}$$

【0070】

【数 22】

$$\frac{\partial \beta_k}{\partial \lambda_k} = \frac{1}{2} \left(\lambda_k + 2 - \frac{\lambda_k^2 + 6\lambda_k}{\sqrt{\lambda_k^2 + 8\lambda_k}} \right) \quad \dots \text{ (式 22)} \quad 40$$

【0071】

k 番目スキャンと k + 1 番目スキャンとの間の追跡指数と、 α - β 利得の変化量は、次の通り示すことができる。

【0072】

【数 23】

$$\Delta \lambda = \lambda_{k+1} - \lambda_k \quad \dots \text{ (式 23)} \quad 50$$

【 0 0 7 3 】

【 数 2 4 】

$$\Delta\alpha = \alpha_{k+1} - \alpha_k = T \frac{\partial \alpha_k}{\partial t} \dots (\text{式 2 4})$$

【 0 0 7 4 】

【 数 2 5 】

$$\Delta\beta = \beta_{k+1} - \beta_k = T \frac{\partial \beta_k}{\partial t} \dots (\text{式 2 5})$$

10

【 0 0 7 5 】

(式 1 9) ないし (式 2 5) から、 α - β 利得の変化量は、次の通り与えられる。

【 0 0 7 6 】

【 数 2 6 】

$$\Delta\alpha = -\frac{1}{4} \left(\lambda_k + 4 - \frac{\lambda_k^2 + 8\lambda_k + 8}{\sqrt{\lambda_k^2 + 8\lambda_k}} \right) \Delta\lambda \dots (\text{式 2 6})$$

【 0 0 7 7 】

【 数 2 7 】

$$\Delta\beta = \frac{1}{2} \left(\lambda_k + 2 - \frac{\lambda_k^2 + 6\lambda_k}{\sqrt{\lambda_k^2 + 8\lambda_k}} \right) \Delta\lambda \dots (\text{式 2 7})$$

20

【 0 0 7 8 】

従って、 $k + 1$ 番目の更新周期で、公称点に対する追跡指数の変化量と、 α - β 利得の変化量とを利用した更新された α - β 利得は、次の通り示すことができる。

【 0 0 7 9 】

【 数 2 8 】

$$\Delta\lambda = \lambda_{k+1} - \lambda \dots (\text{式 2 8})$$

30

【 0 0 8 0 】

【 数 2 9 】

$$\alpha_{k+1} = \alpha + \Delta\alpha \dots (\text{式 2 9})$$

【 0 0 8 1 】

【 数 3 0 】

$$\beta_{k+1} = \beta + \Delta\beta \dots (\text{式 3 0})$$

40

【 0 0 8 2 】

また、 α - β 追跡フィルタの利得行列は、次の通り与えられる。

【 0 0 8 3 】

【数 3 1】

$$K_{k+1} = \begin{bmatrix} \alpha_{k+1} \\ \beta_{k+1}/T \end{bmatrix} \quad \dots \text{ (式 3 1)}$$

【0084】

(式 1 8) ないし (式 3 1) まで追跡フィルタの利得を計算する過程は、追跡指数に対する α - β 利得の偏微分が定数であると仮定すれば、非常に簡略に整理でき、(式 2 6) と (式 2 7) は、次の通り示すことができる。

【0085】

10

【数 3 2】

$$\Delta \alpha = m_{\alpha} \Delta \lambda \quad \dots \text{ (式 3 2)}$$

【0086】

【数 3 3】

$$\Delta \beta = m_{\beta} \Delta \lambda \quad \dots \text{ (式 3 3)}$$

【0087】

20

ここで、 m_{α} と m_{β} とは最適追跡指数であり、 Δ に対する $\partial \alpha / \partial t$ と $\partial \beta / \partial t$ との値で、次の通り計算できる。

【0088】

【数 3 4】

$$m_{\alpha} = -\frac{1}{4} \left(\lambda + 4 - \frac{\lambda^2 + 8\lambda + 8}{\sqrt{\lambda^2 + 8\lambda}} \right) \quad \dots \text{ (式 3 4)}$$

30

【0089】

【数 3 5】

$$m_{\beta} = \frac{1}{2} \left(\lambda + 2 - \frac{\lambda^2 + 6\lambda}{\sqrt{\lambda^2 + 8\lambda}} \right) \quad \dots \text{ (式 3 5)}$$

【0090】

m_{α} と m_{β} とはあらかじめ計算できるので、付加的な演算を最小化できる。このように、追跡指数の変化量 $\Delta \lambda$ に対する α - β 利得の変化量は、公称追跡指数での一次偏微分係数 (m_{α} , m_{β}) を利用して容易に計算できる。

40

【0091】

計算された α - β 利得の変化量を利用し、 α - β 利得を更新する。計算された α - β 利得の変化量を利用し、次の通り α - β 利得を更新する。また、更新された α - β 利得を利用し、追跡を更新する。

【0092】

図 3 は、本発明の望ましい一実施例によるレーダ追跡方法のフローチャートである。図 3 を参照すれば、 α - β 追跡フィルタを利用するレーダ追跡方法は、追跡指数の計算段階 (S 3 0 1) 及びフィルタ利得の更新段階 (S 3 0 2) を含む。

50

【 0 0 9 3 】

追跡指数の計算段階（S 3 0 1）は、追跡の測定値を極座標系から直交座標系に変換することによって発生するレーダ測定値の測定誤差共分散の変化を基に、 α - β 追跡フィルタの α 及び β フィルタ利得を求めるための追跡指数を計算する。

【 0 0 9 4 】

追跡指数の計算段階（S 3 0 1）で、レーダ測定値の測定誤差共分散の変化は、レーダ測定誤差の標準偏差の関数を基に示すことができる。

【 0 0 9 5 】

フィルタ利得の更新段階（S 3 0 2）は、追跡指数変化率に対する α 及び β フィルタ利得の変化率の偏微分係数と追跡指数変化量とを基に、 α 及び β フィルタ利得の変化量を計算し、 α 及び β フィルタ利得を更新する。

10

【 0 0 9 6 】

図 4 は、本発明の他の望ましい一実施例によるレーダ追跡方法で、測定値誤差特性の変化を考慮した追跡フィルタの利得更新方法に係る説明である。

【 0 0 9 7 】

α - β 追跡フィルタは、レーダによって観測された物標の位置情報から測定誤差共分散を計算する。

【 0 0 9 8 】

まず、最適 α - β 追跡フィルタの運動及び観測モデルは、次の通りである。離散時間で、位置と速度とを状態変数とする標的の運動モデルは、次の通り示すことができる。

20

【 0 0 9 9 】

【 数 3 6 】

$$\begin{bmatrix} x_{k+1} \\ \dot{x}_{k+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & T \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_k \\ \dot{x}_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} T^2/2 \\ T \end{bmatrix} v_k \quad \dots (式1)$$

【 0 1 0 0 】

ここで、 x_k は時間 k で標的の位置であり、 $\dot{x}_k$ は標的の速度であり、 T は離散化間隔である。 v_k は平均が0であって分散が σ_v^2 である白色ガウスノイズと仮定する。

30

【 0 1 0 1 】

T 秒の間隔で観測される標的の位置に係る測定方程式は、次の通り示すことができる。

【 0 1 0 2 】

【 数 3 7 】

$$z_k = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_k \\ \dot{x}_k \end{bmatrix} + w_k \quad \dots (式2)$$

40

【 0 1 0 3 】

ここで、 w_k は平均が0であって分散が σ_w^2 である白色ガウスノイズと仮定する。

【 0 1 0 4 】

α - β 追跡フィルタの予測式（式 3）と改善式（式 4）は、次の通り示すことができる。

【 0 1 0 5 】

【数 3 8】

$$\begin{bmatrix} \hat{x}_k^- \\ \hat{x}_k^- \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & T \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{x}_{k-1}^+ \\ \hat{x}_{k-1}^+ \end{bmatrix} \dots (式 3)$$

【0 1 0 6】

【数 3 9】

$$\begin{bmatrix} \hat{x}_k^+ \\ \hat{x}_k^+ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{x}_k^- \\ \hat{x}_k^- \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta/T \end{bmatrix} [z_k - \hat{x}_k^-] \dots (式 4)$$

10

【0 1 0 7】

ここで、 $\hat{x}_k^-$ と $\hat{x}_k^-$ は標的の予測された位置と速度推定値とであり、 $\hat{x}_k^+$ と $\hat{x}_k^+$ は更新された位置と速度推定値とである。 z_k はレーダ測定値であり、 α 及び β は、追跡フィルタの利得である。

最適の $\alpha - \beta$ 利得を選択する方法は、Kalataによって提案され、追跡指数として知られている λ は、標的の運動モデルに係る工程誤差の標準偏差とレーダ測定誤差の標準偏差とに係る関数として、次の通り定義される。

20

【0 1 0 8】

【数 4 0】

$$\lambda = \frac{\sigma_v}{\sigma_w} T^2 \dots (式 5)$$

【0 1 0 9】

最適の $\alpha - \beta$ 利得は、追跡指数から次の通り求めることができる。

【0 1 1 0】

【数 4 1】

$$\alpha = -\frac{1}{8}(\lambda^2 + 8\lambda - (\lambda + 4)\sqrt{\lambda^2 + 8\lambda}) \dots (式 6)$$

30

【0 1 1 1】

【数 4 2】

$$\beta = \frac{1}{4}(\lambda^2 + 4\lambda - \lambda\sqrt{\lambda^2 + 8\lambda}) \dots (式 7)$$

【0 1 1 2】

従って、 $\alpha - \beta$ 追跡フィルタの利得行列は、次の通り示すことができる。

40

【0 1 1 3】

【数 4 3】

$$K = \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta/T \end{bmatrix} \dots (式 8)$$

【0 1 1 4】

また、変換された測定値を利用する直交座標系で設計された分離型追跡フィルタの利得行列は、距離と方位とを分けて次の通り示すことができる。

【0 1 1 5】

50

【数 4 4】

$$K_k = D_2 K_2 D^T \dots \text{(式 9)}$$

【0 1 1 6】

ここで、DとD₂は、(式10)及び(式11)の通りである。

【0 1 1 7】

【数 4 5】

$$D = \begin{bmatrix} \cos \theta_k & -\sin \theta_k \\ \sin \theta_k & \cos \theta_k \end{bmatrix} \dots \text{(式 10)} \quad 10$$

【0 1 1 8】

【数 4 6】

$$D_2 = \begin{bmatrix} D & 0_{2 \times 2} \\ 0_{2 \times 2} & D \end{bmatrix} \dots \text{(式 11)}$$

【0 1 1 9】

である。

20

【0 1 2 0】

K_2 は、(式8)の利得行列を二次元直交座標系に拡張した利得行列であり、Dは、任意の方位角 θ_k に係る変換行列である。

【0 1 2 1】

MUCMを利用し、直交座標系に変換されたレーダ測定値に対する測定誤差の共分散行列は、次の通り示すことができる。

【0 1 2 2】

【数 4 7】

30

$$R = \begin{bmatrix} \sigma_x^2 & \sigma_{xy}^2 \\ \sigma_{xy}^2 & \sigma_y^2 \end{bmatrix} = D R_m D^T \dots \text{(式 12)}$$

【0 1 2 3】

ここで、

【0 1 2 4】

【数 4 8】

$$R_m = \begin{bmatrix} \pi_1 + \pi_2(1 + \lambda_\theta^2) & 0 \\ 0 & \pi_2(1 - \lambda_\theta^2) \end{bmatrix} \dots \text{(式 13)} \quad 40$$

【0 1 2 5】

【数 4 9】

$$\pi_1 = -\lambda_\theta^2 r_k^2 \dots \text{(式 14)}$$

【0 1 2 6】

【数 5 0】

$$\pi_2 = \frac{1}{2}(r_k^2 + \sigma_r^2) \quad \dots \text{(式 1 5)}$$

【0 1 2 7】

【数 5 1】

$$\lambda_\theta = E\{\cos 2v_\theta\} = e^{-2\sigma_\theta^2} \quad \dots \text{(式 1 6)}$$

【0 1 2 8】

【数 5 2】

$$\lambda_\theta = E\{\cos v_\theta\} = e^{-\sigma_\theta^2/2} \quad \dots \text{(式 1 7)}$$

【0 1 2 9】

である。 r_k は標的の距離測定値であり、 σ_r^2 は距離誤差に係る共分散である。 v_θ は方位角測定ノイズであって、平均が0であり、分散が σ_θ^2 である白色ガウスノイズである。

【0 1 3 0】

(式 1 2)と(式 1 3)とから分かるように、 x 、 y 軸に対する測定誤差共分散は、標的の距離によって変わるので、あらかじめ計算された追跡指数及び α - β 利得が不適切になって追跡性能が低下しうる。従って、これを考慮して、追跡フィルタの利得を更新せねばならない。

【0 1 3 1】

これまで、MUCMを利用して直交座標系に変換されたレーダ測定値に対する測定誤差の共分散行列を示した。しかし、変換方法をMUCMだけに制限する必要はなく、MUCMだけではなく、古典的な変換、Debiased Conversion)、不偏変換を含むいかなる方法で変換しても、直交座標系に変換した測定値の測定誤差共分散は変わるようになる。

【0 1 3 2】

次に、追跡指数の変化量を計算する(S 4 0 2)。近似的 α - β 利得更新のために、追跡指数の変化量を計算する。

【0 1 3 3】

まず、 x 、 y 軸に対する測定誤差共分散の変化を考慮し、(式 5)を次の通り示すことができる。

【0 1 3 4】

【数 5 3】

$$\lambda_k = \frac{\sigma_v}{\sigma_{w,k}} T^2 \quad \dots \text{(式 1 8)}$$

【0 1 3 5】

ここで、 $\sigma_{w,k}$ は、 k 番目スキャンでの測定誤差の標準偏差である。

【0 1 3 6】

追跡指数での偏微分係数を利用し、 $\delta\alpha$ 、 $\delta\beta$ を計算する(S 4 0 3)。追跡指数の変化率による α - β 利得の変化率は、次の通り示すことができる。

【0 1 3 7】

【数 5 4】

$$\frac{\partial \alpha_k}{\partial t} = \frac{\partial \alpha_k}{\partial \lambda_k} \frac{\partial \lambda_k}{\partial t} \dots \text{(式 1 9)}$$

【0 1 3 8】

【数 5 5】

$$\frac{\partial \beta_k}{\partial t} = \frac{\partial \beta_k}{\partial \lambda_k} \frac{\partial \lambda_k}{\partial t} \dots \text{(式 2 0)} \quad 10$$

【0 1 3 9】

追跡指数に対する α - β 利得の偏微分方程式は、(式 6) と (式 7) とから、次の通り誘導できる。

【0 1 4 0】

【数 5 6】

$$\frac{\partial \alpha_k}{\partial \lambda_k} = -\frac{1}{4} \left(\lambda_k + 4 - \frac{\lambda_k^2 + 8\lambda_k + 8}{\sqrt{\lambda_k^2 + 8\lambda_k}} \right) \dots \text{(式 2 1)}$$

【0 1 4 1】

20

【数 5 7】

$$\frac{\partial \beta_k}{\partial \lambda_k} = \frac{1}{2} \left(\lambda_k + 2 - \frac{\lambda_k^2 + 6\lambda_k}{\sqrt{\lambda_k^2 + 8\lambda_k}} \right) \dots \text{(式 2 2)}$$

【0 1 4 2】

k 番目スキャンと k + 1 番目スキャンとの間の追跡指数と、 α - β 利得の変化量は、次の通り示すことができる。

【0 1 4 3】

【数 5 8】

30

$$\Delta \lambda = \lambda_{k+1} - \lambda_k \dots \text{(式 2 3)}$$

【0 1 4 4】

【数 5 9】

$$\Delta \alpha = \alpha_{k+1} - \alpha_k = T \frac{\partial \alpha_k}{\partial t} \dots \text{(式 2 4)}$$

【0 1 4 5】

【数 6 0】

40

$$\Delta \beta = \beta_{k+1} - \beta_k = T \frac{\partial \beta_k}{\partial t} \dots \text{(式 2 5)}$$

【0 1 4 6】

(式 1 9) ないし (式 2 5) から、 α - β 利得の変化量は、次の通り与えられる。

【0 1 4 7】

【数 6 1】

$$\Delta\alpha = -\frac{1}{4} \left(\lambda_k + 4 - \frac{\lambda_k^2 + 8\lambda_k + 8}{\sqrt{\lambda_k^2 + 8\lambda_k}} \right) \Delta\lambda \quad \dots (式 2 6)$$

【0 1 4 8】

【数 6 2】

$$\Delta\beta = \frac{1}{2} \left(\lambda_k + 2 - \frac{\lambda_k^2 + 6\lambda_k}{\sqrt{\lambda_k^2 + 8\lambda_k}} \right) \Delta\lambda \quad \dots (式 2 7) \quad 10$$

【0 1 4 9】

従って、 $k + 1$ 番目の更新周期で、公称点に対する追跡指数の変化量と、 $\alpha - \beta$ 利得の変化量とを利用した更新された $\alpha - \beta$ 利得は、次の通り示すことができる。

【0 1 5 0】

【数 6 3】

$$\Delta\lambda = \lambda_{k+1} - \lambda \quad \dots (式 2 8)$$

【0 1 5 1】

【数 6 4】

$$\alpha_{k+1} = \alpha + \Delta\alpha \quad \dots (式 2 9) \quad 20$$

【0 1 5 2】

【数 6 5】

$$\beta_{k+1} = \beta + \Delta\beta \quad \dots (式 3 0)$$

【0 1 5 3】

また、 $\alpha - \beta$ 追跡フィルタの利得行列は、次の通り与えられる。

【0 1 5 4】

【数 6 6】

$$K_{k+1} = \begin{bmatrix} \alpha_{k+1} \\ \beta_{k+1}/T \end{bmatrix} \quad \dots (式 3 1) \quad 30$$

【0 1 5 5】

(式 1 8) ないし (式 3 1) まで追跡フィルタの利得を計算する過程は、追跡指数に対する $\alpha - \beta$ 利得の偏微分が定数であると仮定すれば、非常に簡略に整理でき、(式 2 6) と (式 2 7) は、次の通り示すことができる。 40

【0 1 5 6】

【数 6 7】

$$\Delta\alpha = m_\alpha \Delta\lambda \quad \dots (式 3 2)$$

【0 1 5 7】

【数 6 8】

$$\Delta\beta = m_{\beta} \Delta\lambda \quad \dots \quad (\text{式 3 3})$$

【0 1 5 8】

ここで、 m_{α} と m_{β} とは最適追跡指数であり、 λ に対する $\partial\alpha/\partial t$ と $\partial\beta/\partial t$ との値で、次の通り計算できる。

【0 1 5 9】

【数 6 9】

10

$$m_{\alpha} = -\frac{1}{4} \left(\lambda + 4 - \frac{\lambda^2 + 8\lambda + 8}{\sqrt{\lambda^2 + 8\lambda}} \right) \quad \dots \quad (\text{式 3 4})$$

【0 1 6 0】

【数 7 0】

$$m_{\beta} = \frac{1}{2} \left(\lambda + 2 - \frac{\lambda^2 + 6\lambda}{\sqrt{\lambda^2 + 8\lambda}} \right) \quad \dots \quad (\text{式 3 5})$$

20

【0 1 6 1】

m_{α} と m_{β} とはあらかじめ計算できるので、付加的な演算を最小化できる。このように、追跡指数の変化量 $\Delta\lambda$ に対する $\alpha - \beta$ 利得の変化量は、公称追跡指数での一次偏微分係数 (m_{α} , m_{β}) を利用して容易に計算できる。

【0 1 6 2】

計算された $\alpha - \beta$ 利得の変化量を利用し、 $\alpha - \beta$ 利得を更新する (S 4 0 4)。計算された $\alpha - \beta$ 利得の変化量を利用し、次の通り $\alpha - \beta$ 利得を更新する。また、更新された $\alpha - \beta$ 利得を利用して追跡を更新する。

30

【0 1 6 3】

図 5 は、本発明の望ましい一実施例によるレーダ測定誤差特性の変化による追跡指数の変化を示す。すなわち、図 5 は、観測誤差共分散の変化に対する追跡指数の変化量を示したものである。

【0 1 6 4】

標的の運動モデルは、等速運動モデルを利用し、工程誤差の標準偏差は、 0.98 m/s^2 に設定した。レーダ観測値は、距離と方位とに対してそれぞれ 50 m と 1° との標準偏差を有する平均が0である白色ノイズと仮定して生成した。また、更新周期は5秒、すなわち、アンテナの回転率を 12 rpm (revolution per minute) に設定した。

40

【0 1 6 5】

図 6 は、本発明の望ましい一実施例による更新された α 利得パラメータを示す。図 6 を参照すれば、既存方法による公称 α 利得パラメータと、本発明の一実施例による更新された α 利得パラメータ及び最適 α 利得パラメータとを示している。

【0 1 6 6】

図 6 は、最適追跡指数を利用して計算した α 利得と、近似法を利用して計算された追跡指数を利用した α 利得とを示したものであり、後者は、本発明による $\alpha - \beta$ 追跡フィルタに使われる。

【0 1 6 7】

円は、公称点での最適 α 利得を意味する。標的の運動モデルは等速運動モデルを利用し

50

、工程誤差の標準偏差は、0.98に設定した。レーダ観測値は、距離と方位とに対してそれぞれ50mと1°との標準偏差を有する平均が0である白色ノイズと仮定して生成した。また、更新周期は5秒、すなわち、アンテナの回転率を12rpmに設定した。

【0168】

y軸に対して測定誤差の標準偏差が130mで±70mの範囲で変わるように標的の距離を設定し、 m_α 及び m_β は、最適追跡指数について、(式34)と(式35)とを利用して計算し、(式32)と(式33)とを利用して $\alpha-\beta$ 利得を更新した。

【0169】

図7は、本発明の望ましい一実施例による更新された β 利得パラメータを示す。図7を参照すれば、既存方法による公称 β 利得パラメータと、本発明の一実施例による更新された β 利得パラメータ及び最適 β 利得パラメータとを示している。

【0170】

図7は、最適追跡指数を利用して計算した β 利得と、近似法を利用して計算された追跡指数を利用した β 利得とを示したものであり、後者は、本発明による $\alpha-\beta$ 追跡フィルタに使われる。

【0171】

円は、公称点での最適 β 利得を意味する。標的の運動モデルは等速運動モデルを利用し、工程誤差の標準偏差は、0.98に設定した。レーダ観測値は、距離と方位とに対してそれぞれ50mと1°との標準偏差を有する平均が0である白色ノイズと仮定して生成した。また、更新周期は5秒、すなわち、アンテナの回転率を12rpmに設定した。

【0172】

y軸に対して測定誤差の標準偏差が130mで±70mの範囲で変わるように標的の距離を設定し、 m_α 及び m_β は、最適追跡指数について、(式34)と(式35)とを利用して計算し、(式32)と(式33)とを利用して $\alpha-\beta$ 利得を更新した。

【0173】

図8は、本発明の望ましい一実施例による更新された $\alpha-\beta$ 利得を利用した追跡フィルタの位置推定誤差を示す。図8を参照し、既存方法と本発明とによる更新された $\alpha-\beta$ 利得を利用した追跡フィルタの位置推定誤差に対するRMS値の比較する。

【0174】

図8は、位置と速度との推定値に対するRMS(Root Mean Square)誤差を示したものであり、実線は、一般的な $\alpha-\beta$ 追跡フィルタの位置推定誤差に対するRMS値であり、点線は、提案した方式による $\alpha-\beta$ 追跡フィルタの位置推定誤差に対するRMS値である。

【0175】

本発明による $\alpha-\beta$ 追跡フィルタが、一般的な $\alpha-\beta$ 追跡フィルタに比べて大きく改善された位置追跡性能を提供することが分かる。

【0176】

点線は、本発明による $\alpha-\beta$ 利得更新を利用した $\alpha-\beta$ 追跡フィルタを利用した標的の位置推定誤差をRMS値で示したものであり、実線は、既存方法である公称点での $\alpha-\beta$ 利得を利用して追跡した場合の標的の位置推定誤差RMS値で示したものである。

【0177】

図9は、本発明の望ましい一実施例による更新された $\alpha-\beta$ 利得を利用した追跡フィルタの速度推定誤差を示す。図9を参照し、既存方法と本発明とによる更新された $\alpha-\beta$ 利得を利用した追跡フィルタの速度推定誤差に対するRMS値を比較する。

【0178】

図9は、位置と速度との推定値に対するRMS誤差を示したものであり、実線は、一般

10

20

30

40

50

的な α - β 追跡フィルタの位置推定誤差に対する R M S 値であり、点線は、提案した方式による α - β 追跡フィルタの位置推定誤差に対する R M S 値である。

【 0 1 7 9 】

点線は、本発明による α - β 利得更新を利用した α - β 追跡フィルタを利用した標的の位置推定誤差を R M S 値で示したものであり、実線は、既存方法である公称点での α - β 利得を利用して追跡した場合の標的の位置推定誤差 R M S 値で示したものである。

【 0 1 8 0 】

本発明によるレーダ観測誤差特性変化を考慮した α - β 追跡フィルタが、一般的な α - β 追跡フィルタに比べて大きく改善された位置追跡性能を提供することが分かる。

【 0 1 8 1 】

本発明はまた、コンピュータで読み取り可能な記録媒体にコンピュータで読み取り可能なコードでもって具現することが可能である。コンピュータで読み取り可能な記録媒体は、コンピュータシステムによって読み取り可能なデータが保存されるあらゆる種類の記録装置を含む。

【 0 1 8 2 】

コンピュータで読み取り可能な記録媒体の例としては、R O M (Read-Only Memory)、R A M (Random-Access Memory)、C D - R O M、磁気テープ、フロッピーディスク、光データ保存装置などがあり、またキャリアウェーブ（例えば、インターネットを介した伝送）の形態で具現されるものも含む。また、コンピュータで読み取り可能な記録媒体は、ネットワークに連結されたコンピュータシステムに分散され、分散方式でコンピュータで読み取り可能なコードが保存されて実行されうる。

【 0 1 8 3 】

以上、本発明についてその望ましい実施例を中心に説明した。本発明が属する技術分野で当業者は、本発明が本発明の本質的な特性から外れない範囲で変形された形態で具現しうることを理解することができるであろう。従って、開示された実施例は、限定的な観点ではなく、説明的な観点から考慮されねばならない。本発明の範囲は、前述の説明ではなくして特許請求の範囲に示されており、それと同等な範囲内にあるあらゆる差異点は、本発明に含まれるものと解釈されるものである。

【産業上の利用可能性】

【 0 1 8 4 】

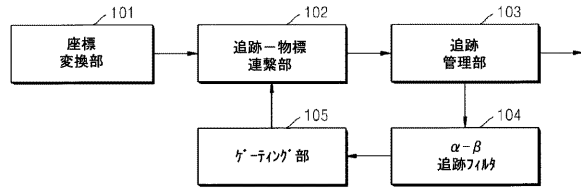
本発明は、レーダ測定値を利用して物標に対する追跡を行う場合、レーダ測定値の誤差特性変化を考慮して追跡フィルタの利得を更新することによって、さらに向上した追跡性能を提供する。

10

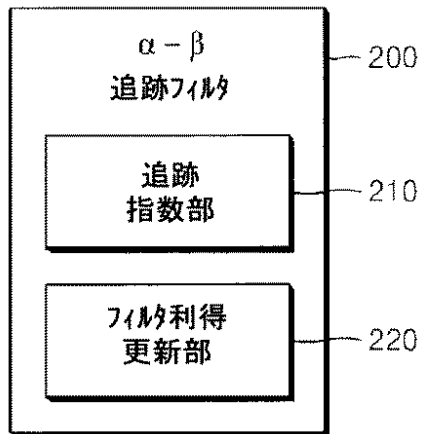
20

30

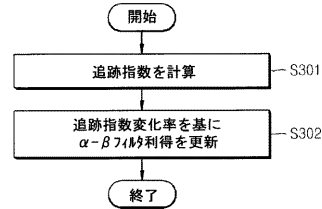
【図 1】



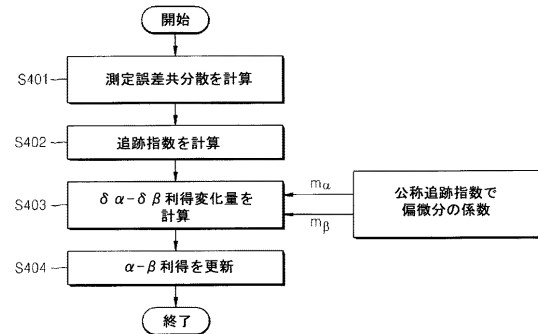
【図 2】



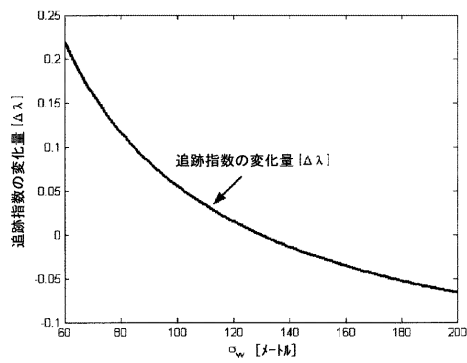
【図 3】



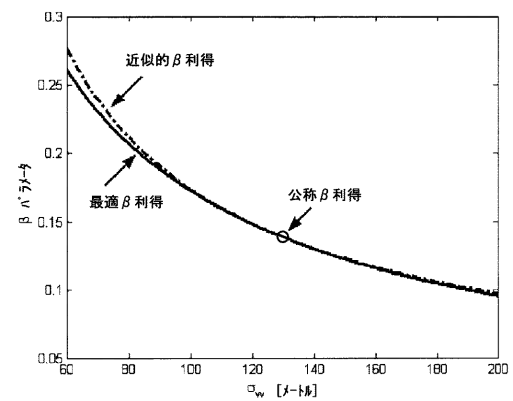
【図 4】



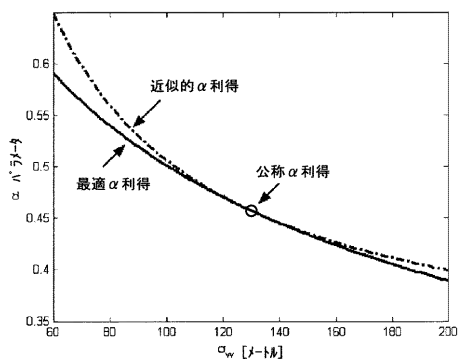
【図 5】



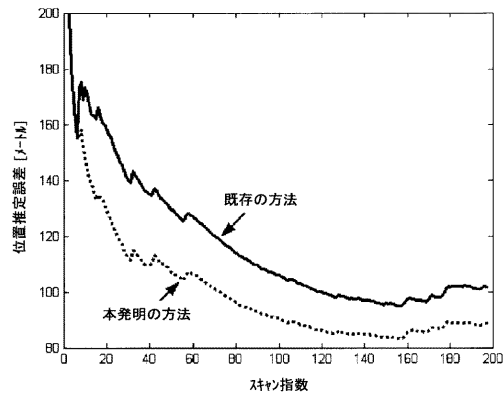
【図 7】



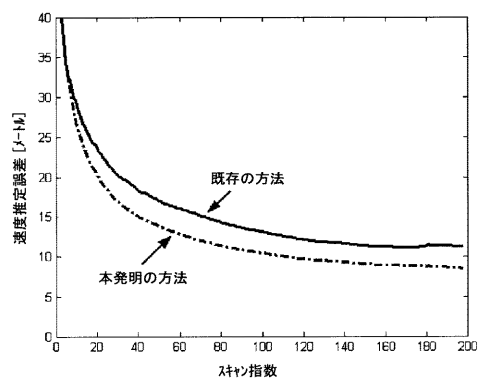
【図 6】



【図 8】



【図 9】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/KR2007/002899
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G01S 13/02(2006.01)i</i>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01S		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched KOREAN PATENTS AND APPLICATIONS FOR INVENTIONS SINCE 1975 KOREAN UTILITY MODELS AND APPLICATIONS FOR UTILITY MODELS SINCE 1975		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKIPASS(KIPO internal) & Keyword: "radar, alph, beta, filter, tracking"		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP2001-242242 A (HITACHI) 07 September 2001 See Abstract, Fig. 1	1-7
A	US5387917 A (Honeywell Inc.) 07 February 1995 See Abstract, claim 1	1-7
A	US4307398 A (Zelex) 22 December 1981 See Abstract, Fig. 1	1-7
A	US5914683 A (Joe S.) 22 June 1999 See Abstract	1-7
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 21 SEPTEMBER 2007 (21.09.2007)		Date of mailing of the international search report 21 SEPTEMBER 2007 (21.09.2007)
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office 920 Dunsan-dong, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer JANG Seok Hwan Telephone No. 82-42-481-8250 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2007/002899

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP13242242	07.09.2001	JP13242242 JP2001242242A2	07.09.2001 07.09.2001
US5387917 A	07.02.1995	None	None
US4307398 A	22.12.1981	None	None
US05914683	22.06.1999	US5914683A	22.06.1999

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MT,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(特許庁注：以下のものは登録商標)

１．フロッピー

(72)発明者 キム ビョン - ドウ

大韓民国 ３０５ - ７５９ テジョンシティ ユソング ハギドン (番地なし) ソンリムマウル 3
- ダンジ ３０３ - １３０３

(72)発明者 チョ ソン - ユン

大韓民国 ３０２ - ７３４ テジョンシティ ソグ トウンサンドン (番地なし) ドウンジ アパ
ートメント １０６ - ８０１

(72)発明者 チョ ヨン - ス

大韓民国 １４０ - １３１ ソウル ヨンサング チャンパ 1ドン ９７ - １１ グリーン ハウ
ス ルーム 401

(72)発明者 チェ ワン - シク

大韓民国 ３０５ - ７２９ テジョンシティ ユソング チョンミンドン (番地なし) チョング
ナレ アpartment １０４ - ３０４

(72)発明者 パク ジョン - ヒュン

大韓民国 ３０５ - ３２５ テジョンシティ ユソング ノウンドン ５５２ - ３ ヨルメマウル
アpartment １１０４ - ８０２

F ターム(参考) 5J070 AC01 AC02 AC06 AC11 AE02 AE04 AH19 AH39 AJ03 AJ14

AK04 AK22 AL02 BB06 BB16 BF11